

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

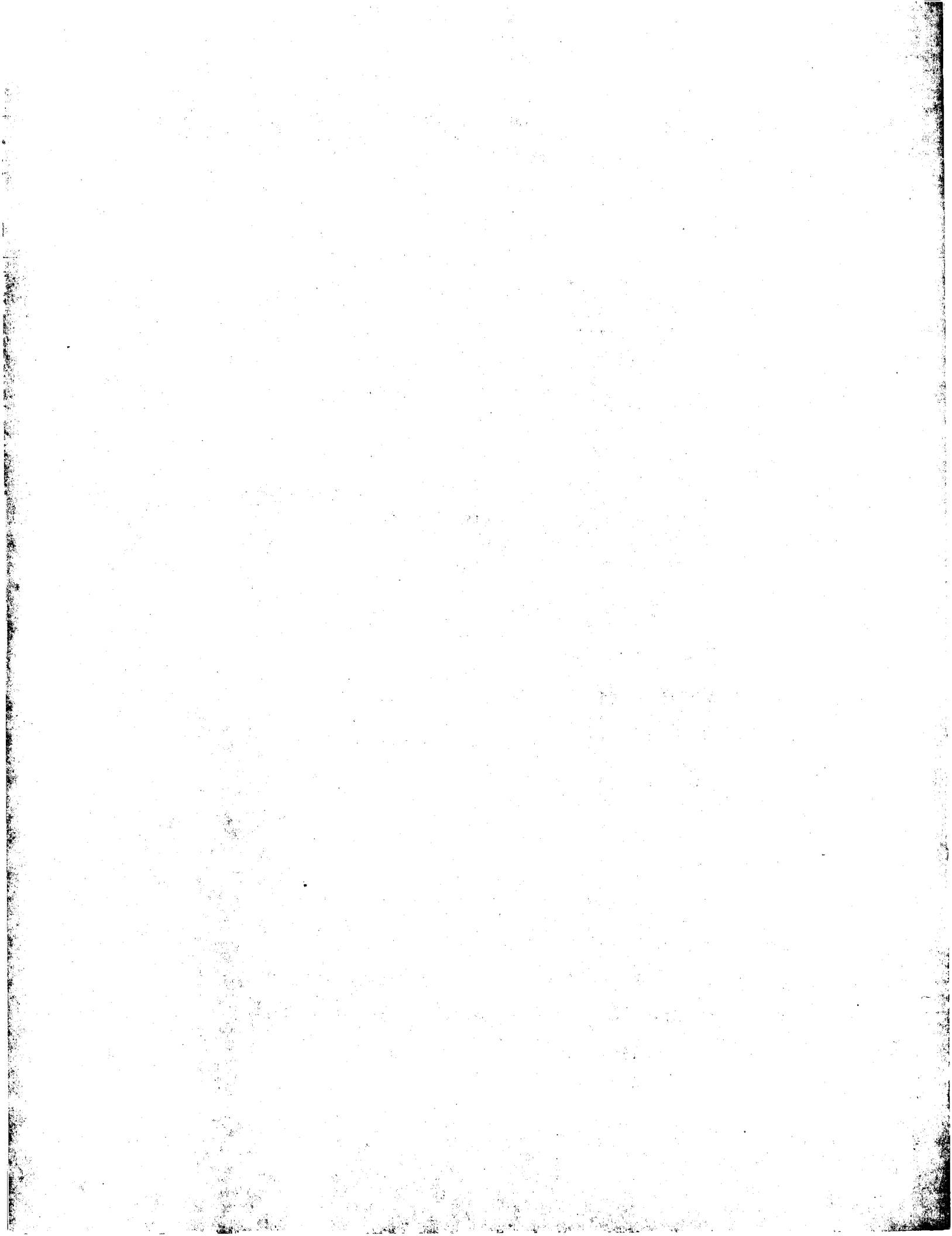
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-221716  
(P2002-221716A)

(43)公開日 平成14年8月9日(2002.8.9)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 F 1/1335	5 2 0	G 0 2 F 1/1335	5 2 0 2 H 0 4 2
G 0 2 B 1/11		G 0 2 B 5/02	B 2 H 0 9 1
5/02		5/08	B 2 H 0 9 6
5/08		G 0 9 F 9/00	3 3 6 B 2 K 0 0 9
G 0 9 F 9/00	3 3 6	9/30	3 4 9 D 5 C 0 9 4

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 34 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-16882(P2001-16882)

(22)出願日 平成13年1月25日(2001.1.25)

(71)出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号  
(72)発明者 杉浦 規生  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 大室 克文  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(74)代理人 100094525  
弁理士 土井 健二 (外1名)

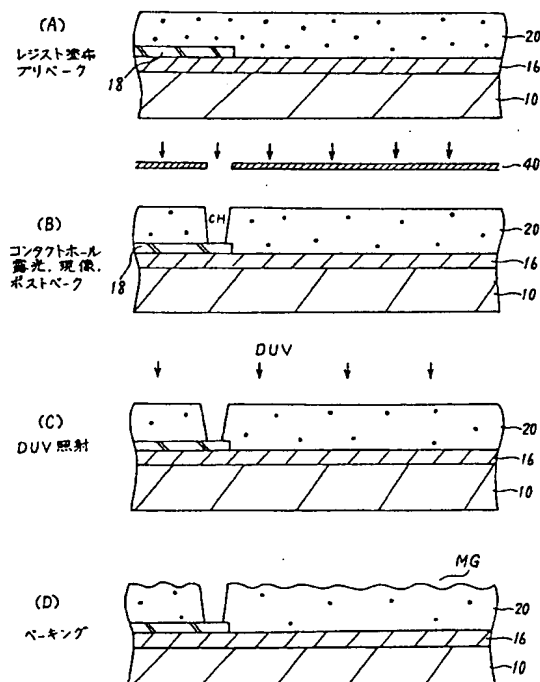
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】ランダムな形状の反射用凹凸を簡単なプロセスで形成する。

【解決手段】本発明は、液晶表示装置の製造方法において、所定の膜厚を有する感光性樹脂層20の表面に露光エネルギーを有する光を照射して、感光性樹脂層の厚さ方向（または平面方向）に熱的変形特性の分布を形成した後、熱処理を行って感光性樹脂層20の表面にランダムな凹凸MG（マイクログループ、微細な溝、或いは微細な皺）を形成することを特徴とする。感光性樹脂層に例えば遠紫外線（Deep Ultra Violet: DUV）などの露光エネルギーを有する光を照射し、部分的に感光させて、感光性樹脂層を部分的に変質させる。それにより、感光性樹脂層の厚さ方向（または平面方向）に熱的変形特性の分布を形成することができる。その後、ガラス転移温度以上の熱処理を行うことにより、感光性樹脂層の表面にランダムな凹凸を形成することができる。



液晶パネルにおいて、軽量、薄型、低消費電力化が実現できる反射型液晶表示装置が注目されている。反射型液晶表示装置は、外部からの光を表示パネル内に取り込み背面側に設けた反射板により反射させることにより、バックライトを不要にし、低消費電力化を図ることができる。従って、携帯情報端末や携帯電話の表示装置として有用である。

【0003】外部の光は、表示装置が使用される環境により異なる。従って、表示パネル内に設けられる反射板は、ランダムな方向から入る光をランダムな方向に反射させる光散乱反射構造であることが望まれる。

【0004】かかる反射型液晶表示装置として、凹凸を形成した膜状に画素電極を形成して、凹凸を有する画素電極により外光を乱反射させる構造が提案されている。例えば、特開平5-232465号、特開平8-338993号などである。これらの公報に記載された反射型液晶表示装置は、画素電極に凹凸を形成するために、マスクパターンを利用したフォトリソグラフィプロセスを利用したり、研磨工程とエッチング工程の組合せを利用したりしている。

【0005】これらの従来例においては、反射電極に任意凹凸パターンを形成することにより、高い反射率を得ることができる。しかし、フォトリソグラフィを用いて反射電極の形状を制御することは、プロセスが煩雑である。さらに、露光条件により形状が変化すると反射特性が大きく変化するため、製造プロセスのマージンが狭い問題がある。

【0006】これを改善する方法として、反射電極と熱膨張率の異なる薄膜樹脂層を用いることでプロセスを簡略化する方法が、特開平5-80327号に開示されている。

しかし、本方法においては、有機膜形成後、加熱スパッタ法で金属膜を形成することにより画素電極の表面に凹凸を形成するものである。しかし、この方法は、真空中での加熱工程中に有機膜から脱ガスが発生し、反射膜の膜質変化が起きたり、反射膜に反射特性を低下する微小な凹凸が形成されるおそれがあり、実用的なプロセスではない。

【0007】また、特開2000-193807号には、主鎖にフッ素脂肪族環構造を有するフッ素樹脂を用いて、有機膜に微細な凹凸形状を形成する技術が開示されている。しかし、この方法は、特殊な樹脂を用いる上に350℃と高温でのバイク工程が必要である。さらに、本公知例で示されているように、この樹脂自体に感光性がないため、薄膜トランジスタに接続される画素電極に凹凸を形成する場合、別途、レジストをコートしてフォトリソグラフィ工程により、コンタクトホールを形成する必要がある、プロセスが複雑になる。

【0008】更に、特願平10-253977号には、コヒーレント光を照射したときに生じるスペックルの強度分布を利用して、深さ方向の変異分布を有する凹凸を形成して、ランダムな凹凸分布を有する反射板を形成すること

が記載されている。しかし、この方法では、特殊な露光装置が必要であり、露光装置自体が大がかりで高コストになり、現実的ではない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上の様に、散乱反射電極を画素電極に利用した反射型液晶表示装置が種々提案されているが、いずれの場合も簡単な製造プロセスで十分な反射率を有する散乱反射電極を形成することができない。更に、最適な反射電極構造を形成するために、例えば、凹凸の平均傾斜角度や、傾斜角度分布などを最適な範囲に制御することが必要であるが、そのような最適な構造に再現性良く制御することができる製造プロセスは提案されていない。

【0010】更に、従来の反射型液晶表示装置における反射板の凹凸の傾斜角は、特定方向からの入射光に対して最大の反射率が得られるように選択されている。そして、従来提案されている反射板は、凹凸の傾斜角度を例えば10°～20°に設定すること（特開平11-259018号公報）、反射板の凹凸の傾斜角を5°～25°の均一な角度にすること（特開平08-227071号公報）、反射板の凹凸の平均傾斜角度が30°以下であること（特開昭56-156865号公報）、凹凸の高さがガウス分布であり、このときの凹凸の平均傾斜角度が10°であること（Tohr u Koizumi and Tatsuo Uchida, Proceedings of the SI D, vol. 29, p. 157, 1988）、反射板表面はなめらかな凹凸面でありかつ凹凸平均傾斜角度が4～15°に選ばれること（特開平6-175126号公報）などである。

【0011】しかしながら、これらの従来例には、表示パネルに対してあらゆる方向から外部の光が入射する場合に最も反射率が高くなるかについての検討はなされていない。従って、従来例には、種々の環境化においても高い反射率で外部光が反射して明るくなる反射型液晶表示装置は提案されていない。

【0012】更に、従来例では、ノート型パソコン等の表示パネルに入射される外部光が、ある方向においては全方位、それとは異なる方向においては特定の方位の場合を想定して、反射率を高くする凹凸形状については提案されていない。

【0013】更に、レジスト膜を形成し所定のマスクパターンで露光・現像した後に、ベーキング処理してレジスト膜の断面構造をなだらかにし、所望の傾斜面を形成する反射板構造が、従来提案されている。しかし、かかる製造プロセスにおいて、最適なパターン形状の提案がなされていない。また、同じ画素領域内に指向性と散乱性を兼ね備えた反射用凹凸形状の形成方法も提案されていない。

【0014】更に、反射型液晶表示装置は、外部の光を利用するので、暗い場所で使用するためには、光源を設ける必要がある。しかし、この光源からの光を散乱させて表示パネル側に入射させる構造を採用すると、その散

る。即ち、表示面に対してあらゆる方向から外部光が入射する積分球からの拡散光を考えた場合、液晶層内への入射光強度は、液晶層内の入射角が $30^{\circ} \sim 38^{\circ}$ の範囲で最も強くなり、それ以外の入射角の範囲では入射強度が低くなる。従って、最も入射光強度が高くなる入射角 $30^{\circ} \sim 38^{\circ}$ の範囲の入射光を表示面の法線方向に反射できるようにするためには、反射用凹凸の傾斜角の存在確率が $15^{\circ} \sim 19^{\circ}$ の範囲でピークになることが必要である。

【0031】但し、入射角 $30^{\circ} \sim 38^{\circ}$ 以外の範囲の入射角も存在するので、それに応じて反射用凹凸の傾斜角は、少なくとも $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲にも分布することが好ましい。

【0032】その場合の傾斜角の分布は、液晶層内の入射光の入射強度に対応した分布をとることがより好ましい。例えば、表示パネルが使用される環境下の外部光の入射状況により特定される液晶層内の入射光の入射強度分布に対応して、反射用凹凸の傾斜角の分布を設定することで、最も高い反射光量を得ることができる。

【0033】上記の目的を達成するために、本発明の第3の側面は、反射型液晶表示装置において、液晶層が形成された基板を有し、前記基板の液晶層側に形成される反射用凹凸の傾斜角が、第1の方向に沿ってその存在確率が1つのピークを有し、前記第1の方向と異なる第2の方向に沿ってその存在確率が2つのピークを有するように分布することを特徴とする。

【0034】上記の発明によれば、例えばノート型パソコンの表示パネルのように一定の方向に傾けて使用される場合、表示パネルの水平方向では比較的広い範囲の入射角で外部光が入射するが、表示パネルの垂直方向ではキーボードにより遮られて比較的狭い範囲の入射角で外部光が入射する。その様な環境下では、表示パネルの水平方向に沿っては、反射用凹凸の傾斜角分布は、存在確率が例えば $15^{\circ} \sim 19^{\circ}$ の範囲でピークを有し、表示パネルの垂直方向に沿っては、反射用凹凸の傾斜角分布は、存在確率が2つの範囲でピークを有することが好ましい。このように入射角の方向に応じて、反射用凹凸の傾斜角分布を代えることで、最高の反射光量を実現することができる。

【0035】上記の目的を達成するために、本発明の第4の側面は、反射型液晶表示装置において、基板上に反射用凹凸を有し、単一の画素領域内に、反射光について第1の指向性と第1の散乱性を有する第1の凸部と、前記反射光について前記第1の指向性より弱い第2の指向性と前記第1の散乱性より強い第2の散乱性を有する第2の凸部とがランダムに混在することを特徴とする。

【0036】上記の発明によれば、単一の画素領域内に、指向性が強い凸部と散乱性が強い凸部とを混在させることにより、入射光に対する反射光を効率的に反射することができる。

【0037】上記の目的を達成するために、本発明の第5の側面は、反射型液晶表示装置において、基板上に反射用凹凸を有し、前記凹凸は、感光性樹脂膜により形成され、第1の円形パターン同士が第1の距離以上離間して配置され、前記第1の円形パターンより小さい第2の円形パターンが前記第1の円形パターンと前記第1の距離未満離間して配置されていることを特徴とする。

【0038】上記の発明によれば、比較的大きな円形パターンが、感光性樹脂膜の露光・現像後のポストバーク時に合体しない程度に離間して配置されているので、設計通りの傾斜面を形成することができる。また、大きな円形パターンに近接して比較的小さな円形パターンを配置しているので、傾斜面の密度を高くすることができる。小さな円形パターンと大きな円形パターンとがポストバーク時に合体しても、合体領域が狭いので、それによる悪影響は限られている。

【0039】上記の目的を達成するために、本発明の第6の側面は、反射型液晶表示装置において、基板上に反射用凹凸を有し、前記凹凸は、感光性樹脂膜により形成され、複数の多角形パターンが隣接する多角形の辺どうしが平行になるように配置されていることを特徴とする。

【0040】上記の発明によれば、感光性樹脂膜の露光・現像後のポストバーク時に隣接するパターンが合体しないように、対向する辺が平行になるように配置される。そして、傾斜面が複数の方向に向くような多角形パターンが高密度に配置されるので、傾斜面の方向のランダム性を円形パターンと同等にすることができる。

【0041】上記の目的を達成するために、本発明の第7の側面は、反射型液晶表示装置において、反射型液晶表示パネルと、前記反射型液晶表示パネル上に設けられ、導光板と、該導光板の端部に配置した光源と、前記光源が点灯した時に該導光板を伝わる光に対して光散乱性を発現し、前記光源が非点灯時に前記光散乱性が減少する光散乱手段とを有するフロントライトとを有することを特徴とする。

【0042】上記の発明によれば、暗い状態で使用する時は、光源が点灯してその散乱光の入射により表示画面を明るくし、明るい状態で使用する時は、光源が非点灯になり外光により表示画面を明るくすると共に、光源の光を散乱する光散乱性が減少し、それによる表示画像がぼけたり歪んだりすることが防止される。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態例を説明する。しかしながら、かかる実施の形態例が、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【0044】図1は、本実施の形態例が適用される液晶表示装置の回路図の例である。背面側の絶縁基板10の表示領域11内に、画素がマトリクス状に形成される。

画素は、駆動トランジスタT00~Tmnと画素電極P00~

クでの熱処理の温度は、UV照射前の加熱処理（ポストベーク）の温度よりも高い温度である必要がある。そして、最終ベークでの加熱処理を行うことにより、樹脂層20の表面には、図示される通り、ランダムなマイクログループMGが形成される。

【0057】最終ベークの熱処理温度は、ポストベーク以上の温度であることが必要であり、更に、後の熱処理工程である配向膜の焼成温度よりも十分高く、樹脂層20が十分に硬化することが望ましい。

【0058】その後は、図2に示される通り、アルミニウムをスパッタ法または加熱蒸着法により約2000Å程度成長させて、公知のフォトリソグラフィ法によりパターンニングして画素電極22を形成する。その結果、画素電極22の表面には、ランダムな凹凸が形成され、光を散乱反射する反射電極として機能することになる。そして、更に、その上全面に、例えば5000Å程度のポリイミドからなる配向膜23が、スピンコート及び焼成（約120℃）により形成される。この配向膜23の表面にも凹凸が形成され、その上に挿入される液晶層34の液晶分子の配向方向が凹凸の溝方向に従って配向することになる。

【0059】マイクログループが形成される理由は、未だ確かではないが、発明者等の知見によれば、DUV照射により樹脂層20の表層部分が変質し、最終ベークの熱処理で樹脂層20の表面側と背面側とが異なる熱的変形を行い、上層と下層間のストレスに起因して、表面にマイクログループ（微細溝）、又はマイクロリンクス（微細皺）が形成されるのと思われる。例えば、熱処理により、樹脂層20の背面側が収縮することにより、表面側にマイクログループが形成されると考えられる。これは、UV照射により、樹脂層への厚さ方向における樹脂の架橋反応レベルが異なることに起因するものと思われる。

【0060】このようにして形成されるマイクログループは、発明者等の実験によれば、後述するとおり入射される外光を乱反射するに必要なランダムな凹凸が形成されたことが確認されている。

【0061】上記プロセスにおけるUV照射は、樹脂層20の全面に行う代わりに、所定のマスクパターンを利用して、平面方向の一部領域にのみ行うことでも良い。その結果、樹脂層20には、平面方向において一部変質し、平面方向に熱的変形特性の分布が形成される。かかる水平方向の熱的変形特性の分布により、その後の最終ベークでの熱処理で、同様のマイクログループが形成される。

【0062】更に、上記プロセスにおけるUV照射に代えて、酸、アルカリ溶液、4級アンモニウム塩溶液、HMDsのうちいずれかの薬液によるウエット処理を利用することもできる。かかる薬液に感光性樹脂層を浸すことにより、感光性樹脂層の表面に化学反応を起こさせ、異な

る熱的変形特性を有する物質に変質させることができる。

【0063】本実施の形態例において、マイクログループの荒さが樹脂層20の膜厚とUV照射エネルギーによって制御される。図4～図7は、感光性樹脂層20の膜厚とUV照射エネルギーを変化させて形成されたマイクログループの表面形状の顕微鏡写真（約20倍）を示す図である。この顕微鏡写真の反射パネルのサンプルは、次のプロセスにより試作したものである。

【0064】パネル上にレジスト（例えばシプレイ社製汎用レジストLC200）をスピンコート法（350rpmを3秒間、800rpmで20秒間の二回コーティング）により形成し、90℃、30分間のプリベークの後、パネルを全面露光、現像して、所望の膜厚（2.0μm、1.7μm、1.4μm、1.0μm）にする。そして、120℃、40分間のポストベーク後に、所望のエネルギー（5200mj/cm<sup>2</sup>、3900mj/cm<sup>2</sup>、2600mj/cm<sup>2</sup>、1300mj/cm<sup>2</sup>、0mj/cm<sup>2</sup>）のDUV照射を行い、200℃、40分間の最終ベークを行った。最後に、レジスト膜上に反射膜としてアルミニウムを2000Å程度蒸着法にて形成した。

【0065】図4は、感光性樹脂層20の膜厚を2.0μmにして、UV照射エネルギーを、5200mj/cm<sup>2</sup>、3900mj/cm<sup>2</sup>、2600mj/cm<sup>2</sup>、1300mj/cm<sup>2</sup>、ゼロにした5個のサンプルの顕微鏡写真である。UV照射していない場合や照射エネルギーが1300mj/cm<sup>2</sup>と小さいと、樹脂層の表面にマイクログループが形成されていない。しかし、照射エネルギーが1300mj/cm<sup>2</sup>より大きい場合は、樹脂層の表面にマイクログループが形成されていることが確認される。その場合、マイクログループの高低差やピッチ長（荒さ）は、UV照射エネルギーが高いほうが荒く（高低差大、ピッチ長大）で、照射エネルギーが低いほうが細かい（高低差小、ピッチ長小）であることが確認される。

【0066】樹脂層20の表面に形成されたマイクログループの形状は、ランダムである。そして、その形状は、写真に示される通り、緩やかな曲線の湾曲形、シャープな角度の屈曲形、閉じたループ形状、Y字状の分岐形状などが少なくとも2つ以上は混在する。本実施の形態例のマイクログループは、従来的人為的に作成した一定のマスクパターンを利用したリソグラフィ工程による凹凸では得られない形状である。

【0067】そして、このマイクログループの荒さをコントロールすることにより、凹凸の平均傾斜角や傾斜角分布を適宜コントロールすることができる。

【0068】図5は、感光性樹脂層20の膜厚を1.7μmにして、UV照射エネルギーを、5200mj/cm<sup>2</sup>、3900mj/cm<sup>2</sup>、2600mj/cm<sup>2</sup>、1300mj/cm<sup>2</sup>、ゼロにした5個のサンプルの顕微鏡写真である。レジスト層の膜厚を図4のサンプルより小さくしたので、形成されるマイクログループがより細かくなっていることが確認される。U

15

面に欠陥が発生したものと推測される。

【0082】更に、最終ベークの温度は、その後の配向膜形成の焼成温度よりも高く設定することが必要であると推察される。即ち、最終ベーク工程で、レジスト層内の溶剤を完全に取り去るようにして、その後の熱処理で脱ガス現象が生じないようにする必要があることが、図10のポストベークなしのサンプル結果から推測されるからである。

【0083】図11は、本実施の形態例により形成される樹脂層のマイクログループの凹凸形状を模式的に示す図である。図11(A)の凹凸が荒い場合は、樹脂層20の表面のうねりが大きく、ピッチ長Lが長く、凹凸の高低差Hも大きくなる。その結果、傾斜角kも大きくなる傾向にある。一方、図11(B)の凹凸が細かい場合は、樹脂層20の表面のうねりが小さく、ピッチ長Lが短く、凹凸の高低差Hも小さくなる。その結果、傾斜角kも小さくなる傾向にある。

【0084】図12は、本実施の形態例により形成されるマイクログループの平面パターン例を示す図である。前述の通り、本実施の形態例によれば、図12(A)の湾曲パターン、図12(B)の屈曲パターン、図12(C)のループパターン、図12(D)の分岐パターンなどが混在したマイクログループが、樹脂膜の表面に形成される。

【0085】図13は、マイクログループを形成するために必要なUV照射例を示す図である。図13(A)の例は、樹脂層20の表面全面にUV照射される場合であり、その場合は、斜線で示された表面から深さ方向の一定の深さの領域が、UV照射による感光反応により変質する。従って、その後の最終ベークによる加熱処理により、変質層と非変質層の熱変形特性の違いにより、表面にマイクログループが形成されるものと思われる。

【0086】一方、図13(B)の例は、樹脂層20のみにマスクを利用したUV照射により、斜線で示した領域が変質化される。その結果、横方向に変質層と非変質層との分布が形成される。従って、その後の最終ベークによる加熱処理により、変質層と非変質層の熱変形特性の違いにより、表面にマイクログループが形成されるものと思われる。いずれの方法でも樹脂層表面にマイクログループが形成されるが、図13(A)のプロセスのほうが、UV照射工程でマスクを必要としないので有利である。

【0087】本発明らは、従来のマスクを利用したハーフ露光による凹凸形成プロセスに、本実施の形態例のUV照射して最終ベークするプロセスを適用した場合について、比較検討を行った。即ち、(1)ハーフ露光による凹凸を表面に形成して更にUV照射して最終ベークする第1のサンプルと、(2)ハーフ露光せずにUV照射して最終ベークする第2のサンプルと、(3)従来のハーフ露光により凹凸を形成しUV照射は行わない第3の

16

サンプルとを試作し、それぞれの反射率を比較した。

【0088】上記の第2のサンプルは、図3等でその製造プロセスを説明した。従って、第1のサンプルと第2のサンプルの製造プロセスを説明する。図14は、第1のサンプルの製造プロセスを示す断面図である。第1のサンプルは、基板10上に前述のレジスト膜20をスピンコートで塗布し、プリベークされる。そして、図14(A)に示される通り、所定のパターンを有するマスク42を利用して、レジスト膜20がハーフ露光される。ハーフ露光は、レジスト膜20の膜厚方向全てを感光しない程度のエネルギーが弱い露光である。その後、現像すると、図14(B)に示される通り、マスク42のパターン形状の凹部がレジスト膜の表面に形成される。

【0089】そこで、第1のサンプルには、ポストベークの後、本実施の形態例のUV照射（例えば5200mj/cm<sup>2</sup>）が全面に行われ、表面が変質される。そして、前述の最終ベークが行われると、図14(C)に示される通り、レジスト膜20の表面は、ハーフ露光によるパターンに対応した凹凸のうねりに加えて、UV照射とポストベークによるマイクログループが形成される。

【0090】第3のサンプルは、図14(B)の現像工程の後、マイクログループが形成されない程度の少ないエネルギーのUV照射（例えば1300mj/cm<sup>2</sup>）が全面に行われる。その後最終ベークを行うと、図14(C)の表面にマイクログループが形成されない凹凸が形成される。上記の小さいエネルギーのUV照射により、レジスト膜20のごく表面のみが変質化されるので、最終ベークの加熱工程で、レジスト膜の凹凸がだれて平坦化されるのが防止される。但し、UV照射エネルギーが小さいので、マイクログループは形成されない。

【0091】図15は、上記のプロセスにより形成した第1、第2、第3のサンプルに積分球の拡散光源を照射した時の反射率を比較したグラフ図である。図中、第1のサンプルSM1には、複数種類のパターン形状（八角形、四角形、十字形、五角形、ドーナツ形、三角形、楕円、扇、八の字形）でハーフ露光したサンプルが含まれる。第2のサンプルSM2は、ハーフ露光で露光されなかった領域が利用されている。第3のサンプルSM3も、第1のサンプルと同様に複数種類のパターン形状でハーフ露光したサンプルが含まれる。

【0092】図15の比較例から理解されたとおり、ハーフ露光工程を追加して本実施の形態例を適用した場合も、従来のプロセスのトップデータよりも高い反射率が得られる場合がある。但し、第2のサンプルSM2のように、ハーフ露光を行わないで本実施の形態例を適用した場合が、最も反射率が高くなっている。ハーフ露光工程のみで凹凸を形成した第3のサンプルSM3は、いずれのパターンでも反射率が低くなっている。このように、本実施の形態例のUV照射して最終ベークするプロセスは、所定のパターンを利用したハーフ露光工程と現

ものである。図18(A)が分離ラインを形成した場合のマイクログループの例であり、図18(B)が分離ラインを形成しない場合のマイクログループの例である。

【0103】この写真から分かるとおり、分離ラインを形成しない例(B)は、一部に長く延在する溝または嶺が存在するのに対して、分離ラインを形成した例(A)は、かかる延在する溝または嶺が存在せず、より均一なマイクログループ形状になっている。

【0104】上記の実施の形態例のサンプルでは、感光性樹脂層としてシプレイ社製汎用レジストLP200を利用した。それ以外の感光性樹脂として、クラリアントジャパン社製のレジストAFP750を利用しても、同様にマイクログループが形成されることが確認された。

【0105】以上の通り、本実施の形態例では、感光性樹脂層にUV照射などで一部変質領域を形成し、その後熱処理を行うという簡単なプロセスで、その表面にランダムな凹凸を有するマイクログループを形成することができる。しかも、そのマイクログループの形状や方向を種々のプロセス条件により比較的容易にコントロールすることも可能である。従って、かかるマイクログループを有する樹脂層上に反射層を形成することで、反射型液晶表示装置に有効な反射機能を実現することができる。反射層に画素電極を利用することで、よりシンプルな反射型液晶表示装置を実現できる。

【0106】〔反射板の傾斜角分布の制御〕図19は、\*

$$dL = I(\theta_i, \phi_i) \cdot \sin \theta_i \cdot ds / r^2 \quad (1)$$

【0110】となる。単位面積 $ds$ は、図20に示される通り、

$$ds = (r \cdot \sin \theta_i \cdot d\phi_i) \cdot r \cdot d\theta_i \quad (2)$$

【0112】であるので、(1)式に(2)式を代入して、光強度 $dL$ を入射角 $\theta_i$ を $0 \sim \pi/2$ 、方位角 $\phi_i$ を $0 \sim 2\pi$ に渡って積分すれば、表示パネルの入射光強度 $L$ は、次のように表される。

【0113】

【数3】

$$L = \int_0^{\theta_i = \frac{\pi}{2}} \int_0^{\phi_i = 2\pi} I(\theta_i, \phi_i) \sin \theta_i \cos \theta_i d\theta_i d\phi_i \quad (3)$$

【0114】従って、極角 $\theta_i$ 方向から入射する光強度 $f(\theta_i)$ は(3)式の積分内の関数で表され、それは次のようになる。

【0115】

【数4】

$$f(\theta_i) = I(\theta_i, \phi_i) \sin \theta_i \cos \theta_i \quad (4)$$

【0116】この(4)式の $\sin \theta_i$ は、単位入射角 $\theta_i$ 毎の積分球の拡散光源の面積に起因するものであり、表示パネルの真上(入射角 $\theta_i = 0$ )からの入射光の光源面積は狭く( $\sin \theta_i = 0$ )、表示パネルの横方向(入射

\*本実施の形態例が想定する反射型液晶表示装置が使用される実環境を示す図である。反射型液晶表示装置を使用する環境は、様々な場所に光源が存在する。従って、あらゆる使用環境を考えると、図19に示すように、反射型液晶表示装置が半球内面に配置された均一な拡散光源下に置かれた場合を想定することが必要である。かかる使用環境下では、表示パネルには、半球の立体角内に存在する全ての入射光が照射されることになる。

【0107】そこで、反射型液晶表示装置に入射する光強度 $L$ を求めるために、図20に示されるとおり、 $X-Y-Z$ 軸と入射角 $\theta_i$ と方位角 $\phi_i$ が定義される。入射角 $\theta_i$ は、 $Z$ 軸と入射光との間の角、方位角は入射光と $X$ 軸との間の角である。今仮に図19に示した半球(以下積分球)の単位面積当たりの光強度を $I(\theta_i, \phi_i)$ とすると、その光強度 $dL$ は、

$$dL = I(\theta_i, \phi_i) \cdot d\omega$$

$$= I(\theta_i, \phi_i) \cdot ds / r^2$$

となる。但し $\omega$ は立体角を、 $ds$ は積分球の球面の単位面積を、 $r$ は積分球の半径を表し、積分球が均一の拡散光とすると、上記光強度 $I$ は定数になる。

【0108】更に、入射光は入射角 $\theta_i$ だけ斜め方向から表示パネルに照射されるので、表示パネルには $\sin \theta_i$ だけ減衰した光強度になり、

【0109】

【数1】

※【0111】

【数2】

角 $\theta_i = \pi/2$ からの入射光の光源面積が広い( $\sin \theta_i = 1$ )ことを意味する。また、(4)式の $\cos \theta_i$ は、入射角による減衰成分であり、表示パネルの真上(入射角 $\theta_i = 0$ )からの入射光の減衰度は殆どなく( $\cos \theta_i = 1$ )、表示パネルの横方向(入射角 $\theta_i = \pi/2$ )からの入射光の減衰度が大きい( $\cos \theta_i = 0$ )ことを意味する。

【0117】図21は、反射型表示装置に光が入射して反射する場合を示す図である。図2で示した反射型液晶表示装置では、表示側ガラス基板および液晶層の屈折率 $n$ はほぼ1.5程度の値を有しているため、図21に示される通り、の反射電極を有する基板からなる反射板60を、その上に形成される液晶層や表示側基板からなる屈折率 $n$ の媒体61が覆う構造と仮定することができる。すると、空気層から入射角 $\theta_i$ で入射された入射光は、媒体61内で入射角 $\theta_i'$ となり、反射板60で反射角 $\theta_o'$ で反射し、空気層内で反射角 $\theta_o$ で出ていくことになる。

【0118】空気層から媒体61に入る時、その一部が反射光 $R$ となって媒体内に入射されないため、それを考



る。次に、図 28 (d) に示すように 120~200℃ で 60 分間のポストベークを行い、凸部に丸みを持たせた。その後、図 28 (e) に示すようにアルミニウム層 65 を 200nm 蒸着して、反射板を作製した。

【0134】上記のように形成した反射板とガラス基板との間に液晶層を形成し、図 28 (f) に示されるような反射型液晶表示装置を作製した。ここで、液晶層は、メルク社製液晶材料 MJ961213 を使用し、その厚みを 3.5  $\mu\text{m}$  径のスペーサで制御した。このように試作した反射型液晶表示装置に、積分球を使用して、拡散光を入射させた場合の反射率を測定した。更に、その試作品の反射板の凹凸の傾斜角分布を測定し、存在確率が最大となる傾斜角  $\xi_p$  も求めた。その結果が、前述の図 27 に示される。

【0135】この実験結果から、存在確率が最大になる傾斜角  $\xi_p$  を 16~19° 付近にすることで、最大の反射率が得られていることがわかる。この実験結果は、図 26 に示したシミュレーション結果を概ね裏付けている。従来、最適値といわれてきた傾斜角が 10° の場合と比較しても、存在確率が最大になる傾斜角  $\xi_p$  を 16~19° 付近にしたサンプルがより高い反射率を有することがわかる。

【0136】図 29 は、反射板の凹凸を形成するための、マスク 64 のパターン例を示す図である。図 29 (a) はサイズが異なる大小の円のパターンを混在させた例であり、図 29 (b) は三角形、四角形、六角形、八角形などの多角形を混在させた例である。但し、本発明はこれらのパターンに限定されるわけではない。

【0137】反射用凹凸の別の形成例として、図 3~6 で示した UV 照射して熱変形特性の分布を形成しその後最終ベークしてマイクログループを形成するプロセスを採用することができる。マイクログループの凹凸形状は、前述したプロセス条件でコントロールすることができるので、存在確率が最大になる傾斜角  $\xi_p$  が 15~19° 付近になるようにその凹凸形状が制御される。

【0138】以上、本実施の形態例では、反射板の凹凸による傾斜角は、少なくとも 0° ~ 25° の範囲に分布し、15~19° 付近でその存在確率が最大になるように分布することで、種々の環境化において、より高い反射率を有する反射型液晶表示装置を提供することができる。

【0139】[反射板の傾斜角分布の制御 (その 2)]  
図 30 は、上記した積分球の拡散光に対して高い反射率が得られる反射板の凹凸の傾斜角分布を示す図である。横軸が傾斜角  $\xi$  を、縦軸はその存在確率を示す。即ち、すでに説明した通り、傾斜角の存在確率は、反射板への入射強度が高い入射角の入射光をより多く表示パネルに垂直な方向に反射させるような分布にすることが望ましい。図 30 には、+15~19° 付近の傾斜角と -15~19° 付近の傾斜角の存在確率が最大になるような分布を示す。+側と-側が存在するのは、表示パネルの一定方向

に沿って傾斜角を見た場合、一方向からの入射光に対応した傾斜角を+側、反対方向からの入射光に対応した傾斜角を-側に示した。従って、図 30 の分布図を傾斜角 0° を中心に折り曲げると、図 25 に示したような傾斜角分布になる。

【0140】ところで、液晶表示装置は、ノート型パーソナルコンピュータの表示パネルとして使用される場合が多い。図 31 は、反射型液晶表示装置がノート型パーソナルコンピュータのモニターとして搭載された状態を示す図である。図示されるとおり、反射型液晶表示装置 70 が、水平方向に対して角度  $\alpha$  だけ傾けた状態で使用されることが多い。その場合、図 31 に示される通り、表示装置 70 は紙面に垂直な面である。そして、図示されるとおり X-Y-Z 軸の方向を定義する。

【0141】表示装置 70 への入射光を検討すると、座標の XY 面に沿った入射角  $\theta_i$  分布は、何も入射光を遮るものがないので、 $\theta_i = -90 \sim 90^\circ$  となる。一方、座標の XZ 面に沿った入射角分布は、キーボード部分により入射光が遮られるので、必ずしも  $\theta_i = -90 \sim 90^\circ$  とはならない。つまり、表示装置 70 の最も高い位置 70A と最も低い位置 70B とで、入射角範囲が異なる。最も高い位置 70A が、最も広い入射角範囲で  $\theta_i = -90 \sim \alpha + \beta^\circ$  となり、最も低い位置 70B が、最も狭い入射角範囲で  $\theta_i = -90 \sim \alpha^\circ$  になる。

【0142】従って、表示パネルの垂直方向に沿う XZ 面方向の入射光は、入射角度  $\alpha \sim 90^\circ$  (または  $\alpha + \beta^\circ \sim 90^\circ$ ) の角度から入射する光がほとんど存在しない。従って、表示パネルの XZ 面方向に配列したミクロの鏡面の傾斜角には、この角度範囲から入射する光を表示パネルの法線 (0°) 方向に反射させる傾斜角は必要ないことになる。

【0143】例えば、表示パネルの傾き  $\alpha = 30^\circ$  および液晶層とガラス基板の屈折率  $n_{lc} = 1.5$  であれば、 $30 \sim 90^\circ$  に入射される光を 0° 方向に反射させる傾斜角は、前述の (6) 式および (7) 式より  $10 \sim 21^\circ$  となる。つまり、表示パネルの垂直方向 (XZ 面方向) を向いた凹凸の傾斜分布には、 $10 \sim 21^\circ$  の傾斜角は必要ない。

【0144】従って、XY 面方向および XZ 面方向の傾斜角の分布は、図 32 に示されるとおりにすることが望ましい。即ち、XY 面方向の傾斜角分布は、図 30 に示したのと同じ分布であり、XZ 面方向の傾斜角分布は、マイナス側は図 30 と同じであり、プラス側は  $10 \sim 21^\circ$  の範囲に存在しない分布となる。図 32 の分布を、傾斜角 0° を中心に折り返すと、図 33 のようになる。

【0145】図 33 は、反射板の凹凸により形成される傾斜角分布について、XY 面方向の傾斜面の分布と XZ 面方向の傾斜面の分布とが示される。この図から明らかな通り、ノート型パーソナルコンピュータなど傾けて使用される場合は、表示パネルにおける水平方向の傾斜面の分布は、傾斜角  $15 \sim 19^\circ$  の範囲で存在確率が最大にな

大にすることができるとが判明した。屈折率 $n_{LC}$ が小さいほどそれぞれ極大になる傾斜角は大きくなる傾向にある。

【0155】ノート型パーソナルコンピュータは、オペレータの好みによって、その表示パネルの傾きが異なる。そこで、複数の傾きにおいて最大の反射率が実現できるように、画素領域内に、反射用凹凸の傾斜角の存在確率が極大になる領域が異なる複数の領域を形成することが望ましい。例えば、図40に示される通り、表示装置の傾斜角 $\alpha$ が $30^\circ$ と $40^\circ$ に対応して求められた、存在確率が極大になる傾斜角領域が、 $8\sim 10^\circ$ と $15\sim 19^\circ$ の第1の組合せと、 $10\sim 12^\circ$ と $15\sim 19^\circ$ の第2の組合せとを、同じ画素領域内に併存させる。或いは、表示装置の傾斜角 $\alpha$ が $30^\circ$ 、 $35^\circ$ 、 $40^\circ$ に対応して求められた、3つの組合せの領域を併存させる。或いは、3種類の凸パターンを併存させる。それにより、表示パネルの傾きがある程度異なっても、比較的大きな反射率を実現することができる。

【0156】以上説明した反射用凹凸の傾斜角分布を有する反射電極を画素電極に利用して、図2に示した構造の反射型液晶表示装置を形成し、液晶層34に画素電極と表示側の透明電極とから所定の電界をかけることで、当該液晶層34に複屈折作用を持たせて、所望の表示を行うことができる。即ち、液晶層34が電界効果複屈折モードで駆動される。また、液晶層34に色素を含ませて、ゲストホスト型の液晶表示装置にすることもできる。

【0157】異なる指向性が混在する反射用凹凸の例 特開平11-295750号公報には、画素電極を反射電極として利用する反射型液晶表示装置が記載されている。この公報には、画素電極内を2つの領域に分割して、一方の領域に指向性の強い反射特性を有する凹凸形状を形成し、他方の領域に拡散性の強い反射特性を有する凹凸形状を形成する。

【0158】しかし、より高精細な液晶表示装置の場合は、画素領域がより狭くなり、上記従来例のように画素領域を2つの領域に分けて異なる凹凸形状をそれぞれに形成することはより困難になることが予想される。

【0159】そこで、本実施の形態例では、画素領域内に指向性の強い反射特性を有する凹凸形状と拡散性の強い反射特性を有する凹凸形状とを混在させるようにする。図41は、かかる画素領域内に混在する2つの反射凹凸形状を示す断面図である。凹凸Aは、膜厚が薄くなだらかな傾斜面を有し上面が比較的平らになっているので、反射光の方向は垂直方向に指向性を有する。一方、凹凸Bは、膜厚が厚く急な傾斜面を有し上面が突起状になっているので、反射光は広く拡散する。

【0160】図42は、本実施の形態例における画素領域PXの平面図である。図示される通り、画素領域PX内に、図41に示した凹凸Aと凹凸Bとが混在して設け

られる。

【0161】図43は、図42の反射用凹凸を形成する製造プロセスを示す断面図である。まず、図42(a)に示すように、ガラス基板62上に感光性樹脂であるレジスト(例えばシプレ社製のLC-200)を2000rpmで20秒間スピコートする。そして、 $90^\circ\text{C}$ で20分間プリベークした後、図42(b)に示すようにマスク64Aを用いて紫外線露光を行う。次に、現像液(例えばシプレ社製MF319)を用いて現像を行い、図42(c)のようにガラス基板62上に凹凸Aに対応する凸部を形成する。その後、図42(d)のように $200^\circ$ で80分間のポストベークを行い、凸部に丸みを持たせて凹凸Aを形成する。

【0162】次に、図42(e)に示すように、前記レジストを1000rpmで20秒間スピコートする。これにより、前述のレジストよりもより厚いレジスト層を形成することができる。そして、 $90^\circ\text{C}$ で20分間プリベークした後、図42(f)に示すように、マスク64Bを用いて紫外線露光を行う。次に前記の現像液を用いて現像を行い、図42(g)のようにガラス基板に凹凸Bに対応する凸部を形成する。そして、図42(h)のように $120^\circ\text{C}$ で80分間のポストベークを行い、凸部に丸みを持たせて、凹凸Bを形成する。このポストベークは、凹凸Aを形成するよりも低い温度であるので、厚いレジスト膜の加熱によるダレの程度が少なく、より拡散性の強い凹凸Bが形成される。

【0163】その後、図42(i)のように、アルミニウム64を200nm蒸着して反射板(画素電極)を作製した。上記のように、凹凸Aと凹凸Bとでレジストの膜厚およびポストベークの温度を変えることで、凹凸の丸みを変えることができ、散乱の際の指向性が異なる凹凸が混在する反射面を構成することができた。

【0164】前述の通り、反射型液晶表示装置の反射板は、あらゆる方向からの入射光を表示面に垂直な方向に反射することが望ましい。そのため、レジスト層をパターンニングしてベークにより丸みを付けて傾斜面を形成する場合、傾斜面が $360^\circ$ の方向に向いているのが好ましい。そこで、従来、レジスト膜のパターンとして、円形のパターンが提案されている。例えば、特開平11-337935号公報、特開平11-337964号公報、特開平5-281533号公報などである。これらの公報には、円形のパターンをランダムに形成して反射光の干渉によるモアレ模様が形成されることを防止したり、半径が大きいドーナツ型パターンと半径が小さい円形パターンとをランダムに形成して反射特性を改善することなどが提案されている。

【0165】特開平5-281533号は、大きい円形パターンと小さい円形パターンとをランダムに混在させることが示されている。例えば、図44に示される通りである。しかし、半径が大きい円形パターンをランダムに配置すると、近接するレジストパターンが、露光・現像後のポ

れる通り、反射型液晶表示パネル73の表示側にフロントライト70が設けられる。反射型液晶表示パネル73は、反射板構造を有する背面側基板73Bと表示側基板73Aとの間に、図示しない液晶層が挿入されている。そして、表示側基板73Aの上には、フロントライト70が設けられ、フロントライト70は、光源71と、その光源からの光を表示面全面に導き、表面に形成した散乱層またはプリズム層により表示パネル73側に散乱する透明基板72とを有する。透明基板72の表面に形成された散乱層またはプリズム層と空気層との間の屈折率の違いにより、光源71の光が散乱し、その一部が表示パネル73側に散乱する。

【0179】しかし、図49のように構成された反射型液晶表示装置は、透明基板72の表面に散乱層またはプリズム層が形成されており、観察者は、この散乱層やプリズム層を介して表示パネル73の文字や画像を見ることになる。そのため、散乱層やプリズム層により文字や画像が歪んだりぼやけたりすることになり、画質の低下を招いている。

【0180】そこで、本実施の形態例では、フロントライト構造を光源が点灯した時のみ光を導く透明基板に散乱性を持たせ、光源が点灯しない時は透明基板の散乱性がなくなるようにする。かかる構成にすることで、外光を利用する通常の使用時には、フロントライト構造が、散乱機能を有しないので、観察される表示パネルの文字や画像の歪み、ぼけはなくなる。一方、暗い場所を使用する時などの限定された場合には、フロントライト構造が光源からの光を与えるので、多少文字や画像に歪み、ぼけが生じても、表示パネルを明るくして表示パネルとしての最低限の機能を確保することができる。

【0181】図50は、フロントライトの第1の例を示す図である。図50に示されるフロントライト70は、例えばアクリル製の透明基板の表面をサンドブラスト加工して表面に散乱層75を設けた透明基板74と、アクリル製透明基板76と、それら基板の間に充填されるシリコン・オイルなどの流動体77と、流動体ポンプ78と、流動体タンク79とを有する。フロントライト70は、更に、冷陰極蛍光管による線状光源71を有する。基板74、76との間には、流動体タンク79に収納されている流動体が流動体ポンプ78により充填されたり、抜き取られたりする。そして、この流動体77の屈折率は透明基板74、76と概ね同じ $n=1.5$ である。

【0182】図50(a)に示される通り、明るい場所で反射型液晶表示パネルを使用する場合は、光源71がオフ状態にあり、両透明基板74、76の間に流動体77が充填される。これにより、散乱層75は流動体77と屈折率に差がないため、観視者側からは見えない。従って、明るい場所で使用される時は、表示パネル73の文字や画像がぼけたり、歪んだりすることがない。

【0183】一方、図50(b)に示される通り、暗い場所で反射型表示パネルを使用する場合は、光源がオン状態になり、流動体77は両透明基板74、76の間隙から、流動体ポンプ78により抜き取られ、基板の間隙には空気層が充填されている。このため、散乱層75では透明基板材料のアクリル(屈折率約1.5)と空気(屈折率1.0)との間に屈折率差が生じ、本来の散乱層としての機能を有する。従って、透明基板74、76の端にある光源71から内部反射を繰り返して導光してきた光は、この散乱層75で散乱され、反射型液晶表示パネル73を照明する。従って、暗い場所であっても、明るい表示パネルが実現できる。

【0184】但し、観視者側からこのフロントライト70を眺めると、透明基板74の散乱層75が見え、反射型液晶表示パネル73の表示は歪む。しかし、かかる歪みは、従来のフロントライト付反射型液晶表示パネルと同等である。

【0185】以上のとおり、明るい場所で使用される時は、フロントライトがない反射型表示パネルと同じ表示が得られ、また、暗い場所で使用される時は、点灯した光源からの光を有効に反射型液晶表示パネルの照明に使うことができ、明るい表示が実現できる。

【0186】図51は、本実施の形態例におけるフロントライト付き反射型液晶表示パネルの第2の例を示す図である。この例では、ガラスなどの2枚の透明基板74、76の表面に酸化インジウムを主成分とする透明電極(ITO)81を形成し、その間隙に電界により状態が変化する液晶層80を挟み込んでいる。そして、スイッチSWにより透明電極81間に電圧V1が印加されたりされなかったりする。通常、このような液晶層80は、透明電極間に電圧V1を印加した場合に透明状態になり、透明電極間の電圧を0にした場合に散乱状態になる。従って、明るい場所では、スイッチSWをオンにして、液晶層80を透明にし、暗い場所では、スイッチSWをオフにして、液晶層80を散乱状態にする。

【0187】散乱状態と透過状態とが切り替え可能な液晶材料としては、(1)動的散乱効果を利用した液晶、(2)コレステリック相とネマティック相との間の相転移効果を利用した液晶、(3)ポリマー分散型液晶があり、いずれかの液晶が利用可能である。

【0188】図51の例は、図50の例に比較して、散乱層を付けた透明基板、ポンプ、タンクなどが不要であり、また、流動体を充填したり引き抜いたりする時間が不要である。更に、ポリマー分散型液晶の場合は、ポリマー内の球形液晶体の屈折率異方性の程度を、印加電圧で調整することができる。従って、印加電圧を調整することで、液晶層80の散乱度を調整することができ、光源71の光に対する散乱度を上げて明るくするか、散乱度を下げて表示画面の歪みを抑えるかを、観視者の好みで調整させることができる。

屈折率異方性があるポリマー内に屈折率異方性を有する液晶粒90が分散されている。

【0200】結晶粒90が、透明電極間に電圧を印加しない状態で、フロントライト70の厚み方向に分子が配列して、フロントライトの厚み方向の屈折率がポリマー92や透明基板74、76と一致し、透明電極間に電圧を印加した状態で、同屈折率が不一致になると仮定する。

【0201】その場合、ポリマー分散型液晶Aは、図示されるとおり、液晶粒90の上下方向の屈折率がポリマー92と透明基板74、76に一致し、上下方向の光線には屈折率差がないため、屈折、散乱が起らない。しかし、ポリマー92と液晶粒90の間には水平方向の屈折率に差があるため、水平の光だけではなく、斜めからの光でも若干の、すなわち、光線の水平方向ベクトル成分に対し、屈折が生じる。このため、斜めからこの反射型液晶表示パネル73を見た場合、この屈折によりフロントパネル70が曇って見える。

【0202】それに対して、ポリマー分散型液晶Bを透明基板74、76間に充填すると、透明電極間に電圧を印加しない状態で、フロントライトの厚み方向に液晶分子が配列して、液晶粒90の屈折率異方性の方向とポリマー92の屈折率異方性の方向とが一致する。従って、この状態では、液晶粒90とポリマー92との屈折率差がどの方向からも全くなり、フロントライトはどの方向からも透明になる。そのため、ポリマー分散型液晶Aを利用する場合に比較して、明るいところでの使用時において斜めからの画像の歪み、曇りを防止することが可能となる。

【0203】一方、暗い場所で使用する場合に、透明電極間に電圧を印加すると、図中に示されるとおり、液晶粒90の屈折率異方性の方向が、ポリマー92の屈折率異方性の方向と不一致状態になる。ポリマー92の異方性の方向は、電界により変化しないからである。そのため、フロントライト70は散乱状態になり、光源71からの光が反射型液晶表示パネル73側に散乱し、液晶表示面を明るくする。但し、液晶層80がクリーム色になり、表示画面にボケや歪みが生じる。

【0204】その場合、透明電極間に印加する電圧を調整することにより、液晶粒90の屈折率異方性の方向を調整することができる。つまり、印加電圧を上げると、液晶層での散乱度が大きくなり、反射型液晶表示パネル73への入射光が多くなり画面が明るくなるが、画面が白くなりすぎて見えにくくなる。一方、印加電圧を下げると、液晶層での散乱度が小さくなり、画面が暗くなるが、画面の透明度が増すことになる。そこで、この印加電圧を調整することにより、画面の輝度の程度と、コントラストの程度を観察者の好みに応じて設定することができる。

【0205】図55は、フロントライト付き反射型液晶

表示パネルの第6の例を示す図である。図50～54の従前の例では、光源71のからの光を2枚の透明基板内を導光させている。それに対して、図55の例では、2枚の透明基板の内、表示面側の基板74の側面に光源71を配置し、その表示面側基板74内を主に光を導光させる。そして、この基板74の反射型液晶表示パネル73側面に配置したプリズム状凹凸82により光を散乱させ、反射型液晶表示パネル73を照明する。透明基板74、76には、図示しない透明電極が形成され、その間に液晶層80が充填されている。

【0206】図50～54のように、上下2枚の透明基板74、76に光を導光させた場合、プリズム状凹凸82へは上下の透明基板から導光する光が当たる。その場合、上方の透明基板74からの光は屈折散乱を起こして下方側に透過し、下方の透明基板76からの光は反射散乱を起こしてやはり下方側に反射することが望まれる。しかし、実際には、光は屈折散乱して透過するほうが、反射散乱して下方側に向かうよりも多く、下方側の基板からの光を効率的に反射散乱させることは困難である。

【0207】それに対して、図55の構成の場合は、プリズム層82が、光源からの光を伝わる透明基板74の表示パネル73側に設けられている。従って、プリズム層82に照射される光は、上方の透明基板74を伝わってきた光であり、プリズム層82を屈折散乱してより多くの光が反射型液晶表示パネル73側に入射する。従って、プリズム状凹凸82を、屈折散乱形状とすればよく、形状の簡単化、照明効率の向上を図ることができる。

【0208】同様に、散乱性を発現する液晶層80を封入した場合も、その液晶層80に対して、上方から光のより多くが散乱して下方側に通過し、反射散乱する光の量は少ない。従って、上記の構造のほうが、照明効率を高くすることができる。また、光源71からの光は、1枚の透明基板74しか導光せず光源からの入射量が減るが、透明基板74の厚みを厚くすることにより、光源71からの光の入射量を改善することができる。

【0209】図56は、フロントライト付き反射型液晶表示パネルの第7の例を示す図である。図56の構成は、図55の構成を改良したものである。即ち、図56は、側面に光源71を配置した透明導光板94と、2枚の透明基板74、76に散乱性を発現する要素を封入した基板を貼り合せた構造である。具体的には、ガラスなどからなる透明基板74、76の間に、プリズム層82を形成し、電界により屈折率状態が変化する液晶層80を充填した散乱用基板が、透明の導光板94に光学接着96により張り合わされる。この構造の場合は、散乱性を発現する要素を封入した2枚の透明基板74、76の製造と、光源付導光板94の製造を分離することができ、製造工程の分離、歩留まりの向上が可能となる。また、液晶層80を挟むガラス基板74、76は、例えば

5°～19°の範囲と0°～14°の範囲それぞれでピークになることを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記17) 付記14または15において、表示面内の画素領域それぞれにおいて、第1の領域では前記第2の方向に沿った存在確率が第1の角度範囲と第2の角度範囲でピークを有し、第2の領域では前記第2の方向に沿った存在確率が該第1の角度範囲と第3の角度範囲でピークを有することを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記18) 付記12乃至15のいずれかにおいて、更に、前記基板と共に前記液晶層を挟む表示側基板と、当該表示側基板の表示側に形成された偏光板を有し、前記液晶層が電界効果複屈折モードで駆動されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記19) 反射型液晶表示装置において、基板上に反射用凹凸を有し、単一の画素領域内に、反射光について第1の指向性と第1の散乱性を有する第1の凸部と、前記反射光について前記第1の指向性より弱い第2の指向性と前記第1の散乱性より強い第2の散乱性を有する第2の凸部とがランダムに混在することを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記20) 反射型液晶表示装置において、基板上に反射用凹凸を有し、前記凹凸は、感光性樹脂膜により形成され、第1の円形パターン同士が第1の距離以上離間して配置され、前記第1の円形パターンより小さい第2の円形パターンが前記第1の円形パターンと前記第1の距離未満離間して配置されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記21) 反射型液晶表示装置において、基板上に反射用凹凸を有し、前記凹凸は、感光性樹脂膜により形成され、複数の多角形パターンが隣接する多角形の辺どうしが平行になるように配置されていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記22) 反射型液晶表示装置において、反射型液晶表示パネルと、前記反射型液晶表示パネル上に設けられ、導光板と、該導光板の端部に配置した光源と、前記光源が点灯した時に該導光板を伝わる光に対して光散乱性を発現し、前記光源が非点灯時に前記光散乱性が減少する光散乱手段とを有するフロントライトとを有することを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記23) 付記22において、前記導光板及び光散乱手段は、1対の透明基板と、その対向面に形成された透明電極と、前記透明基板対間に形成された液晶層とを有する液晶パネルを有し、前記液晶層は、前記透明電極間に印加される電界に応じて光散乱性を発現することを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記24) 付記23において、前記光源が、前記1対の透明基板のうち表示側の透明基板の側面に配置され、前記液晶層が、当該表示側の透明基板と前記反射型液晶表示パネル側の透明基板との間に設けられていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記25) 付記22において、前記光散乱手段は、1対の透明基板と、その対向面に形成された透明電極と、前記透明基板対間に形成された液晶層とを有する液晶パネルを有し、前記液晶層は、前記透明電極間に印加される電界に応じて光散乱性を発現し、前記1対の透明基板が前記導光板に張り合わされていることを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記26) 付記23乃至25のいずれかにおいて、前記液晶層は、印加される電界に応じて屈折率異方性の方向が変化し、前記透明基板のいずれか一方と前記液晶層との間に、透明なプリズム状の凹凸層が設けられ、前記凹凸層の屈折率が、液晶層の一方の屈折率と整合することを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記27) 付記23乃至25のいずれかにおいて、前記透明電極が複数に分離され、当該分離された透明電極に選択的に電圧を印加して、前記液晶層の光散乱の程度が調整されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

(付記28) 付記23乃至25のいずれかにおいて、前記液晶層は、動的散乱効果を利用した液晶材料、コレステリック相とネマティック相との間の相転換効果を利用した液晶材料、ポリマー内に屈折率異方性を有する液晶粒を有する第1のポリマー分散型液晶材料、屈折率異方性を有するポリマー内に屈折率異方性を有する液晶粒を有する第2のポリマー分散型液晶材料のうち、いずれかであることを特徴とする反射型液晶表示装置。

#### 【0211】

【発明の効果】以上、本発明によれば、反射型液晶表示装置の反射用凹凸を、簡単なプロセスで形成することができ、しかも、所望の凹凸による傾斜面分布を制御性良く形成することができる。更に、本発明によれば、最適な反射用凹凸による傾斜面分布を得ることができ、反射率を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態例が適用される液晶表示装置の回路図の例である。

【図2】本実施の形態例が適用される反射型液晶表示装置の断面図の例を示す図である。

【図3】本実施の形態例における反射型液晶表示装置の製造プロセスの一部を示す断面図である。

【図4】感光性樹脂層20の膜厚とUV照射エネルギーを変化させて形成された反射パネルのマイクログループの表面形状の顕微鏡写真を示す図である。

【図5】感光性樹脂層20の膜厚とUV照射エネルギーを変化させて形成された反射パネルのマイクログループの表面形状の顕微鏡写真を示す図である。

【図6】感光性樹脂層20の膜厚とUV照射エネルギーを変化させて形成された反射パネルのマイクログループの表面形状の顕微鏡写真を示す図である。

【図7】感光性樹脂層20の膜厚とUV照射エネルギーを変化させて形成された反射パネルのマイクログループ

【図56】フロントライト付き反射型液晶表示パネルの第7の例を示す図である。

【符号の説明】

10 絶縁基板

20 感光性樹脂層（レジスト層）

22 反射電極

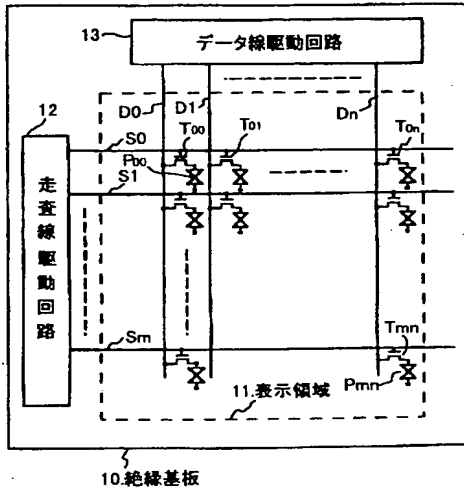
34 液晶層

60 反射板

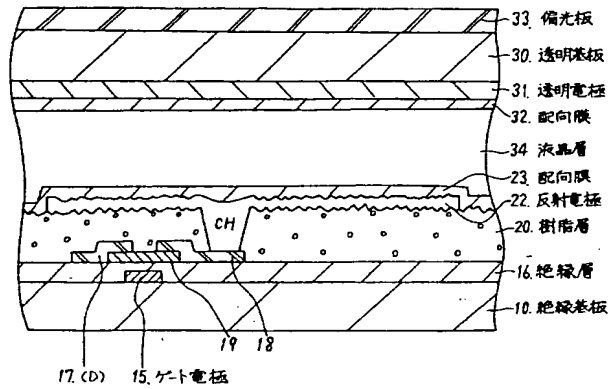
CH コンタクトホール

MG マイクログループ、反射用凹凸

【図1】



【図2】



【図8】

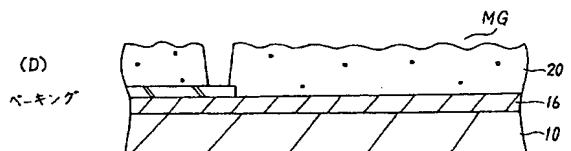
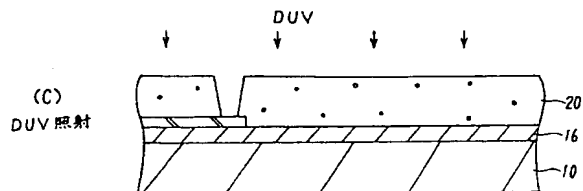
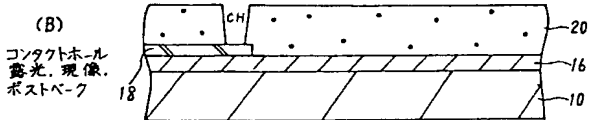
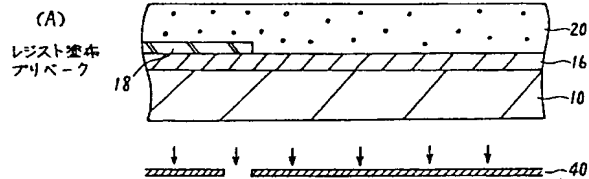
(A) 膜厚 $1.7\mu\text{m}$

平均傾斜角度 $k=13^\circ$

凹凸高低差  $1.3\mu\text{m}$



【図3】



(B) 膜厚 $1.4\mu\text{m}$

平均傾斜角度 $k=11^\circ$

凹凸高低差  $1.1\mu\text{m}$



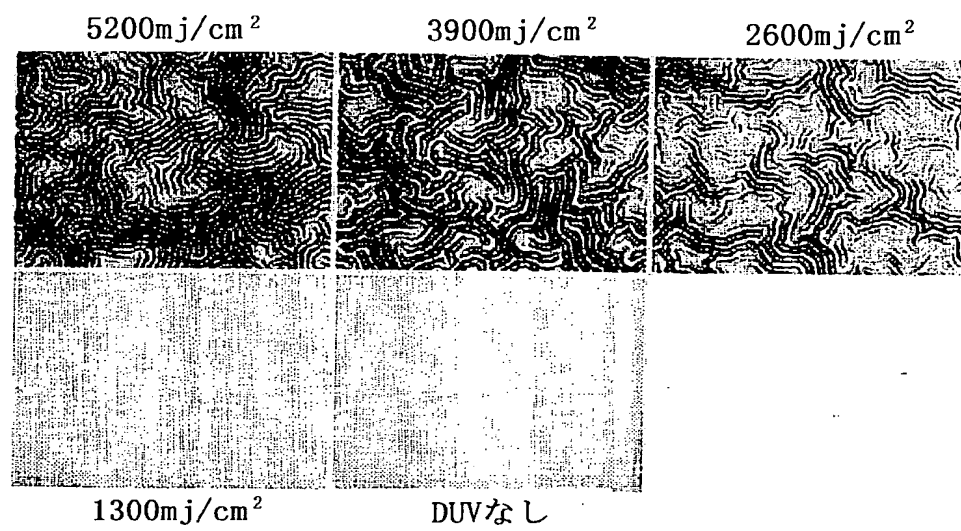
(C) 膜厚 $1\mu\text{m}$

平均傾斜角度 $k=8^\circ$

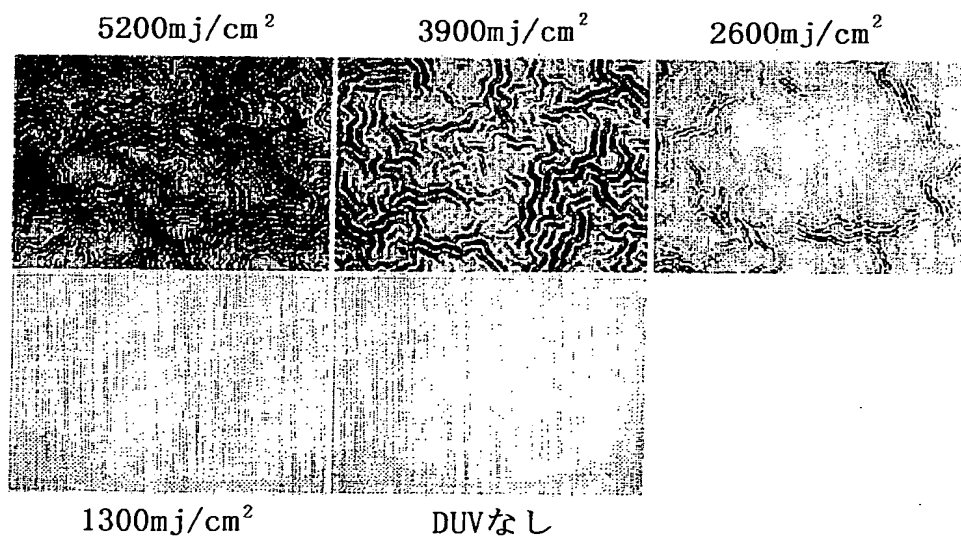
凹凸高低差  $0.5\mu\text{m}$



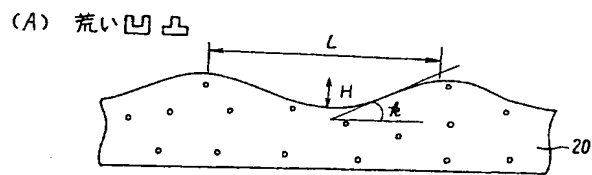
【図6】

膜厚  $1.4\mu\text{m}$ 

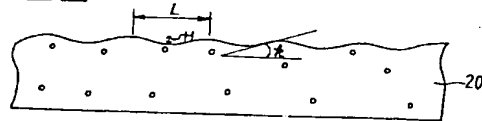
【図7】

膜厚  $1.0\mu\text{m}$ 

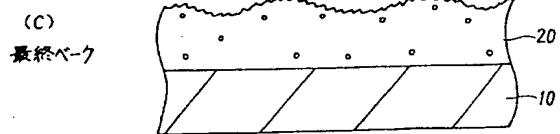
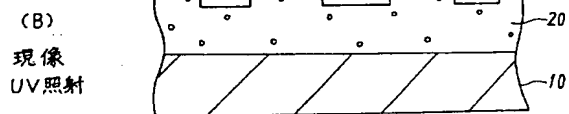
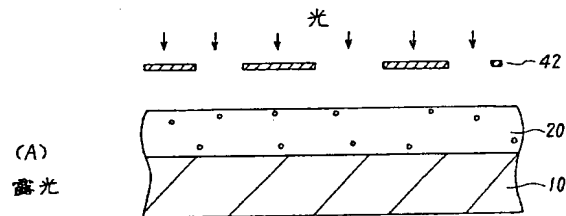
【図11】



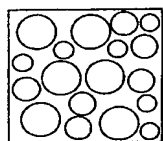
(B) 細い凹凸



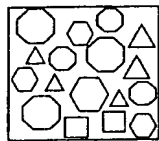
【図14】



【図29】

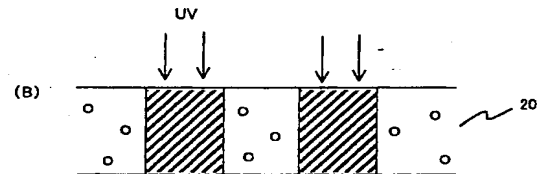
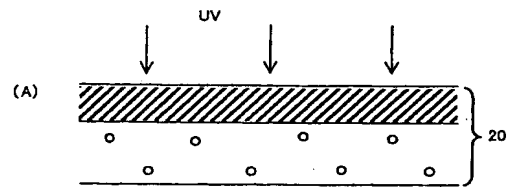


(a) 形状を円で実現した例

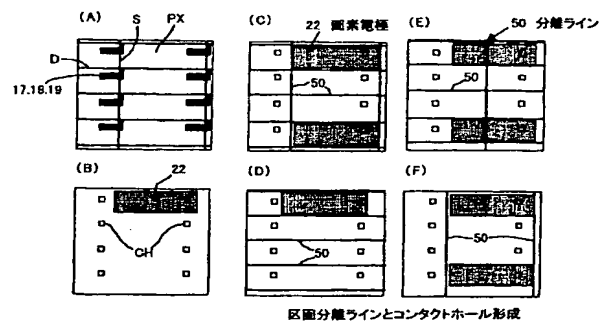


(b) 形状を多角形で実現した例

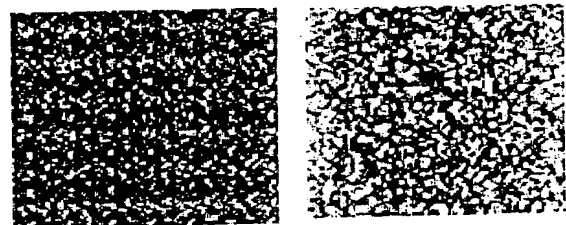
【図13】



【図16】



【図18】

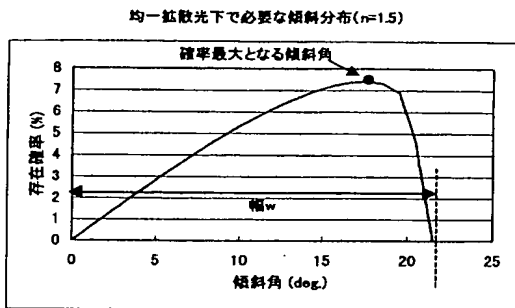


(A) ハーフ露光で分離ライン形成

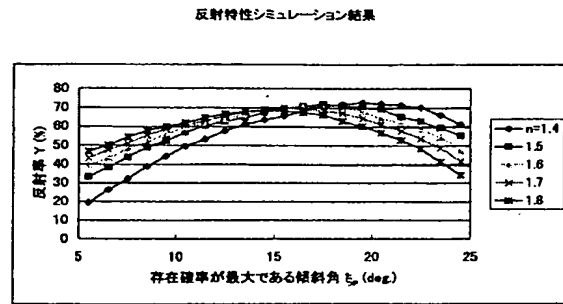
(B) 分離ライン無し



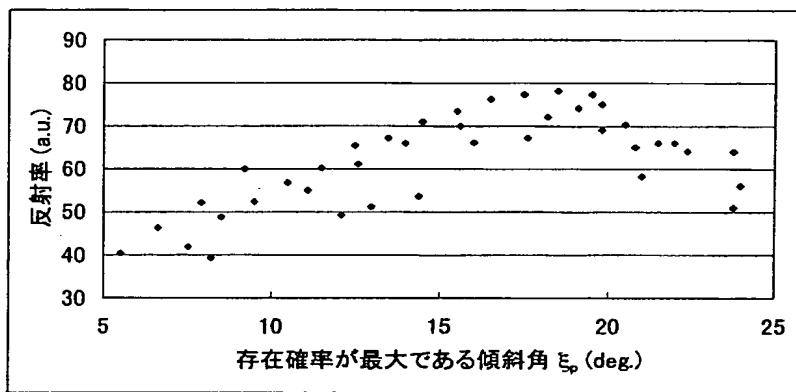
【図25】



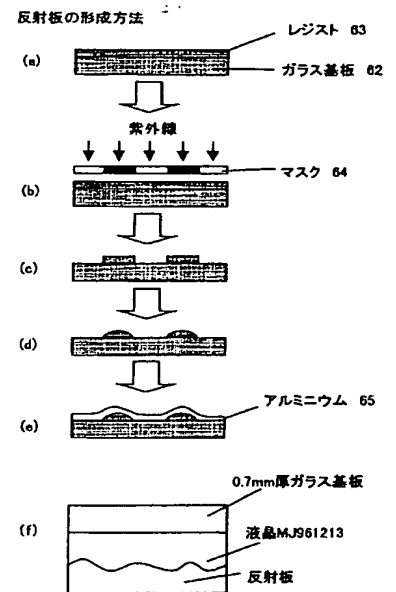
【図26】



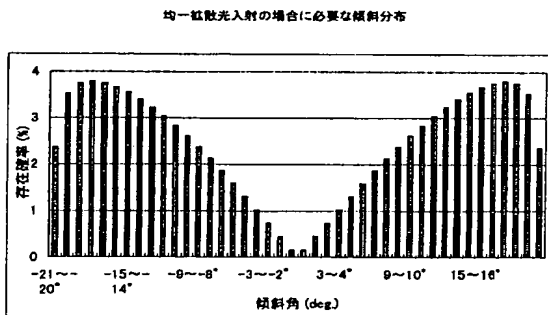
【図27】



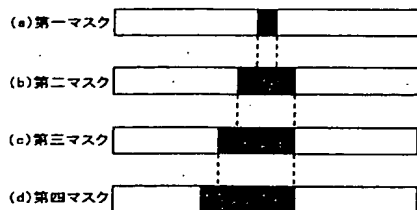
【図28】



【図30】

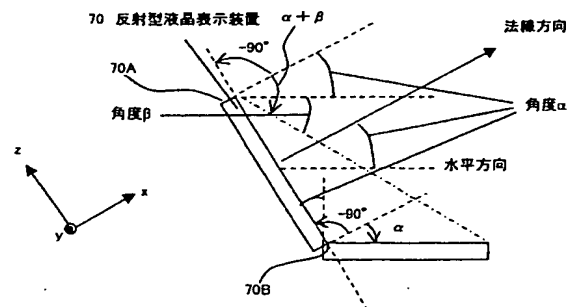


【図35】

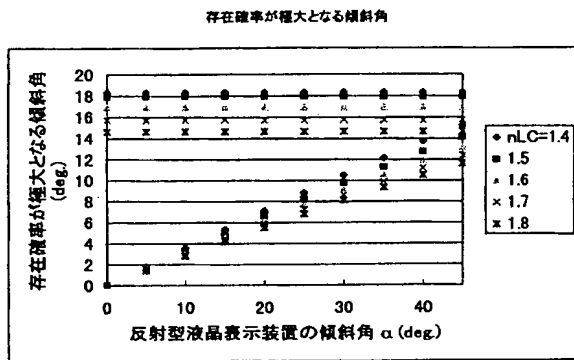


【図31】

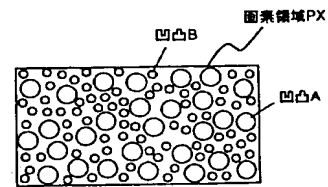
ノート型パソコンの反射型液晶表示装置の使用例



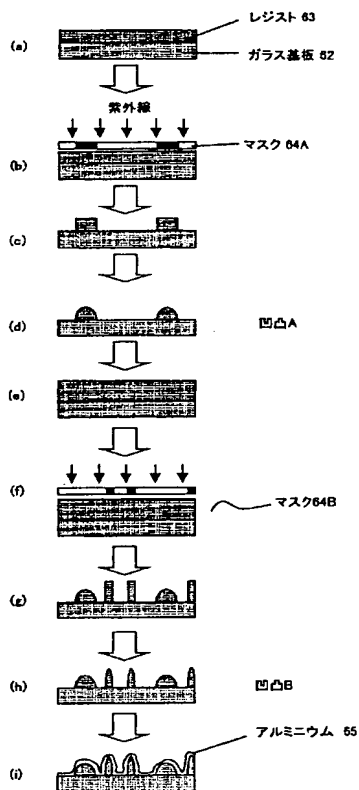
【図40】



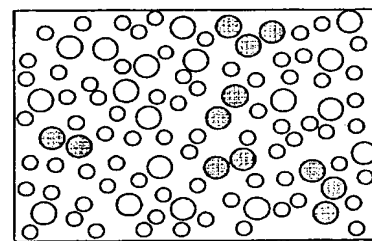
【図42】



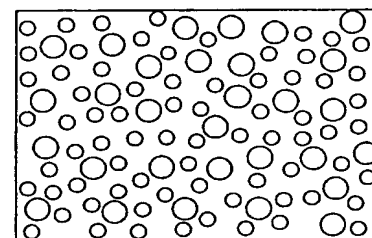
【図43】



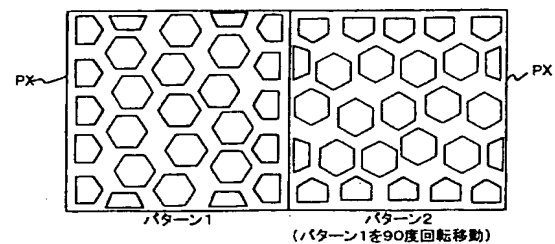
【図44】



【図45】



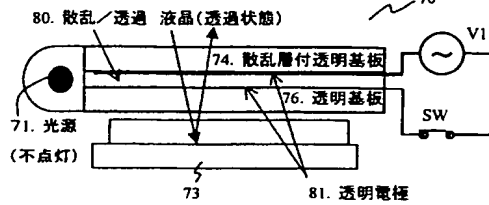
【図47】



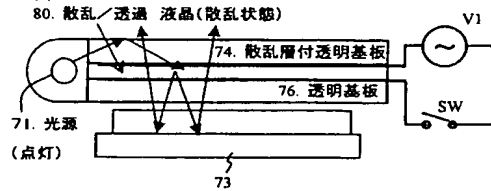
【図51】

## 例2

(a) 明るい場所での使用の場合



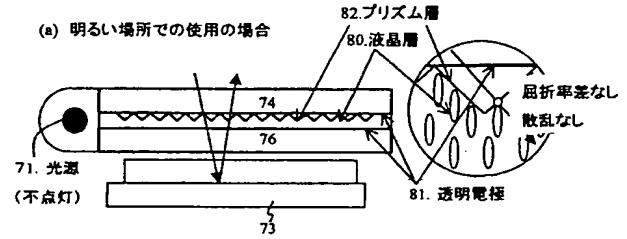
(b) 暗い場所での使用の場合



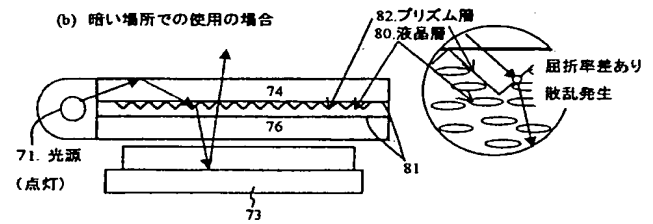
【図52】

## 例3

(a) 明るい場所での使用の場合



(b) 暗い場所での使用の場合



【図53】

## 例4

